

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-019301

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl.

G02B 1/02  
G11B 7/135

(21)Application number : 10-182058

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 29.06.1998

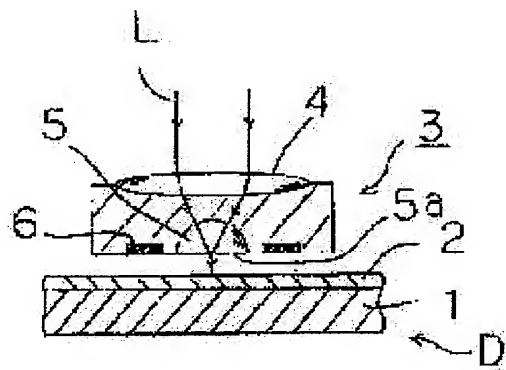
(72)Inventor : INOUE SHINJI  
KINOSHITA HIROYUKI  
TSUBOKURA OSAMU  
UTO TAKASHI

## (54) OPTICAL LENS AND OPTICAL RECORDING DEVICE USING THAT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical recording device equipped with a focusing lens which has variable refractive indexes, high and low, and excellent transmittance, which can be easily produced, which significantly improves the recording density and which is effective to reduce the cost.

**SOLUTION:** The focusing lens 5 consists of a single crystal of one of SrNbO<sub>3</sub>, SrTaO<sub>3</sub>, CaNbO<sub>3</sub>, CaTaO<sub>3</sub>, CaTiO<sub>3</sub>, KNbO<sub>3</sub>, KTaO<sub>3</sub>, BaZrO<sub>3</sub>, SrZrO<sub>3</sub>, CaZrO<sub>3</sub>, KNbO<sub>3</sub>, KTaO<sub>3</sub>, K(Ta,Nb)O<sub>3</sub>, BaZrO<sub>3</sub>, SrZrO<sub>3</sub>, CaZrO<sub>3</sub>, ZnWO<sub>4</sub>, ZnMoO<sub>4</sub>, CdWO<sub>4</sub>, CdMoO<sub>4</sub>, PbWO<sub>4</sub>, Bi<sub>20</sub>SiO<sub>12</sub>, Bi<sub>20</sub>GeO<sub>12</sub>, Bi<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>, Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub>, GaP, ZnTe, ZnSe, Cu<sub>3</sub>TaSe<sub>4</sub> and ZnS.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-19301  
(P2000-19301A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 2 B 1/02		G 0 2 B 1/02	5 D 1 1 9
G 1 1 B 7/135		G 1 1 B 7/135	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-182058

(22) 出願日 平成10年6月29日 (1998.6.29)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 井上 真司

京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京セラ株式会社中央研究所内

(72) 発明者 木下 博之

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会社滋賀工場内

(72) 発明者 坪倉 理

滋賀県蒲生郡蒲生町川合10番地の1 京セラ株式会社滋賀工場内

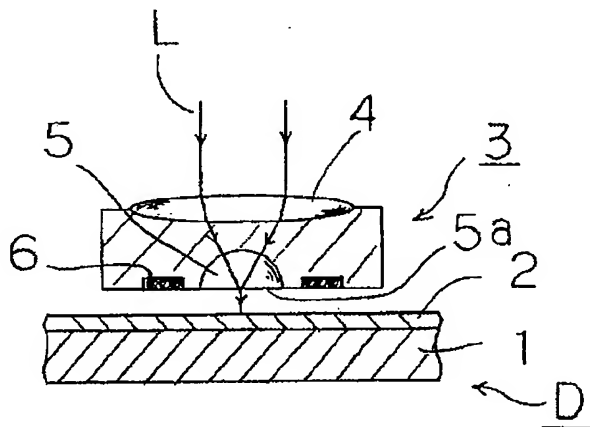
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学レンズ及びそれを用いた光記録装置

(57) 【要約】

【課題】 高屈折率と低屈折率変動を有するとともに透過率に優れ、製造が容易で記録密度を飛躍的に向上させ、コスト低下に効果のある集束用レンズを有した光記録装置を提供すること。

【解決手段】 集束用レンズ5が、 $\text{SrNbO}_3$ 、 $\text{SrTaO}_3$ 、 $\text{CaNbO}_3$ 、 $\text{CaTaO}_3$ 、 $\text{CaTiO}_3$ 、 $\text{KNbO}_3$ 、 $\text{KTaO}_3$ 、 $\text{BaZrO}_3$ 、 $\text{SrZrO}_3$ 、 $\text{CaZrO}_3$ 、 $\text{KNbO}_3$ 、 $\text{KTaO}_3$ 、 $\text{K}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_3$ 、 $\text{BaZrO}_3$ 、 $\text{SrZrO}_3$ 、 $\text{CaZrO}_3$ 、 $\text{ZnWO}_4$ 、 $\text{ZnMoO}_4$ 、 $\text{CdWO}_4$ 、 $\text{CdMoO}_4$ 、 $\text{PbWO}_4$ 、 $\text{Bi}_{20}\text{SiO}_{12}$ 、 $\text{Bi}_{20}\text{GeO}_{12}$ 、 $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{GaP}$ 、 $\text{ZnTe}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、 $\text{Cu}_3\text{TaSe}_4$ 、及びZnSの内いずれかの単結晶から成ることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $\text{SrNbO}_3$ 、 $\text{SrTaO}_3$ 、 $\text{CaNbO}_3$ 、 $\text{CaTaO}_3$ 、 $\text{CaTiO}_3$ 、 $\text{KNbO}_3$ 、 $\text{KTaO}_3$ 、 $\text{K}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_3$ 、 $\text{BaZrO}_3$ 、 $\text{SrZrO}_3$ 、 $\text{CaZrO}_3$ 、 $\text{ZnWO}_4$ 、 $\text{ZnMoO}_4$ 、 $\text{CdWO}_4$ 、 $\text{CdMoO}_4$ 、 $\text{PbWO}_4$ 、 $\text{Bi}_{20}\text{SiO}_{12}$ 、 $\text{Bi}_{20}\text{GeO}_{12}$ 、 $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{GaP}$ 、 $\text{ZnTe}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、 $\text{Cu}_3\text{TaSe}_4$ 、及び $\text{ZnS}$ のうちいずれかの単結晶から成る光学レンズ。

【請求項2】 請求項1に記載の光学レンズを、光記録媒体に情報の記録及び／又は再生を行うレーザー光の集束用レンズとして用いた光記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学レンズに関するものであり、また、光磁気ディスクやDVD-RAM等の光記録媒体にレーザー光を用いて、情報の書込み（記録）や読み込み（再生）を行うことが可能な光ヘッド等の光記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光磁気ディスクやDVD-RAM等の光記録媒体の面記録密度を向上させるためには、記録用レーザー光のビーム・スポット径をできるだけ小さくする必要がある。

【0003】一般に、レーザー光のビーム・スポット径は、光源の波長 $\lambda$ と対物レンズのNA（開口数）で決定され、ほぼ $0.8 \times \lambda / \text{NA}$ 程度とされている。現在、光ディスク装置で実際に使用されている光波長の635nmとNA=0.6のレンズを用いた場合、レーザースポット径は847nmとなる。さらに短波長化が期待できる半導体レーザーとして、窒化ガリウム（GaN）系材料を使用した青色レーザーの開発が行われているが、その波長410nmとレンズのNAが0.7まで改善されたと仮定してスポット径は469nmと計算されるが、現在の面記録密度の約3倍程度にしかない。

【0004】そこで、ソリッド・イマージョン・レンズ（Solid Immersion Lens）以下、SILともいう）と呼ばれる半球状のレンズを、光記録媒体と対物レンズとの間に配設する光学系により、対物レンズを透過したビーム・スポット径を $1/n$ 倍（ただし、 $n$ はSILの屈折率）に絞ることが提案されている（例えば、米国特許5,125,750号を参照）。

【0005】ここで、上記SILを透過して空気中に射出されたレーザー光は、再び元のビーム径に拡がろうとするが、光記録媒体の記録面と対向しているSIL底面との間隔が、光波長の約 $1/4$ 以内である領域（一般にニア・フィールド領域という）では、レーザー光がSIL内部と同一の性質で射出されていることになり、ビーム・スポット径は回折限界の $1/n$ 倍に絞られるのであ

る。

【0006】このSILを用いることにより、例えば屈折率1.8のガラスレンズで $1/1.8$ 、すなわちレーザースポット径は半分近くに縮小でき、レーザー波長が同じでも4倍程度の記録密度が得られる計算となり、記録密度を飛躍的に向上させることができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記SILにはホウ珪酸ガラス等のガラスが一般に使用されている。ガラスの屈折率は通常1.8程度までであり、これ以上の高屈折率を得るには、例えば $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 等の稀元素酸化物を主成分とする特殊なガラスを用いなければならない。また、このような特殊なガラスでも屈折率は2.0以下であり、ガラス材料を用いて、より高密度で記録させることは困難であった。

【0008】また、特に、ニア・フィールド領域は630nm近傍のレーザー波長を光源として用いる場合、レーザースポット径は300nm程度以下となるので、光記録媒体の記録面に対向するSILの面は平面度の高い加工精度と屈折率均質性が要求されるが、従来のガラスでは脈理などの問題があった。なお、SILに屈折率の高い多結晶体を使用したとしても、多結晶体に存在する多数の粒界により光の透過率が非常に小さくなり（例えば、使用光波長500～600nmの透過率が50%程度以下）、性能の優れた光ヘッドを提供することができない。

【0009】そこで本発明では、上述の諸問題を解消し、非常に高い屈折率を有するとともに透過率に優れ、製造が容易な優れた材質の光学レンズ、及びそれを用いた光記録装置を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の光学レンズは、 $\text{SrNbO}_3$ 、 $\text{SrTaO}_3$ 、 $\text{CaNbO}_3$ 、 $\text{CaTaO}_3$ 、 $\text{CaTiO}_3$ 、 $\text{KNbO}_3$ 、 $\text{KTaO}_3$ 、 $\text{K}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_3$ 、 $\text{BaZrO}_3$ 、 $\text{SrZrO}_3$ 、 $\text{CaZrO}_3$ 、 $\text{ZnWO}_4$ 、 $\text{ZnMoO}_4$ 、 $\text{CdWO}_4$ 、 $\text{CdMoO}_4$ 、 $\text{PbWO}_4$ 、 $\text{Bi}_{20}\text{SiO}_{12}$ 、 $\text{Bi}_{20}\text{GeO}_{12}$ 、 $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{GaP}$ 、 $\text{ZnTe}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、 $\text{Cu}_3\text{TaSe}_4$ 、及び $\text{ZnS}$ のうちいずれかの単結晶から成る。

【0011】また、上記光学レンズを、光記録媒体に情報の記録及び／又は再生を行うレーザー光の集束用レンズとして用いた光記録装置とする。

【0012】上記単結晶材料は屈折率が高く（2.0以上）、光学用としての品質が得られ、量産性が良好であり、SILとして非常に好適に使用可能である。

## 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態について図面に

基について詳細に説明する。光記録媒体に光記録を行わせる様子を説明する概略斜視図を図1に示す。また図1のA-A線概略一部断面図を図2に示す。ポリカーボネート等の樹脂やガラス等から成る基板1上に、例えば窒化シリコン等から成る誘電体層、Gd-Fe-Co系合金やTb-Fe-Co系合金等から成る磁性層、窒化シリコン等から成る誘電体層、アルミニウム等から成る金属層、UV樹脂等から成る保護層を含む記録層2を備えた光磁気ディスクDに、波長500nm~600nmのレーザー光Lを光記録装置である光ヘッド3により集光して、所定径のビーム・スポットを照射する。

【0014】これにより光磁気ディスクDの記録層2のビーム・スポットが照射された領域内の磁性層に情報が記録される。なお、光ヘッド3は不図示の制御装置に接続された可動アーム7により支持されている。

【0015】ここで、光ヘッド3による光磁気ディスクDへの情報の記録は、次のようにして行う。まず、レーザー光Lは両凸レンズである対物レンズ4により収束され、さらにニオブ酸ストロンチウム等の単結晶体から成り、下面5aに焦点を結ぶための平面部を有する半球状の集束用(集光)レンズであるSIL5により、所定のビーム・スポット径に絞られる。

【0016】そして、光磁気ディスクDに照射されたビーム・スポット内の記録層2を加熱し、その領域が冷える際に磁界変調用コイル6で印加した磁界で磁性層を磁化させることにより記録を行うのである。なお、対物レンズ4は片凸レンズであってもよい。

【0017】ここで、SIL5は、SrNbO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.22)、SrTaO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.2)、CaNbO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.15)、CaTaO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.1)、CaTiO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.17)、KNbO<sub>3</sub>(斜方晶、屈折率:2.39)、KTaO<sub>3</sub>(斜方晶、屈折率:2.25)、K(Ta, Nb)O<sub>3</sub>(正方晶、屈折率:2.29)、BaZrO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.2)、SrZrO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.2)、CaZrO<sub>3</sub>(立方晶、屈折率:2.2)、ZnWO<sub>4</sub>(正方晶、屈折率:2.3)、ZnMoO<sub>4</sub>(正方晶、屈折率:2.3)、CdWO<sub>4</sub>(正方晶、屈折率:2.3)、CdMoO<sub>4</sub>(正方晶、屈折率:2.3)、PbWO<sub>4</sub>(正方晶、屈折率:2.3)、PbMoO<sub>4</sub>(正方晶、屈折率:2.3)、Bi<sub>20</sub>SiO<sub>12</sub>(立方晶、屈折率:2.1)、Bi<sub>20</sub>GeO<sub>12</sub>(立方晶、屈折率:2.1)、Bi<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(立方晶、屈折率:2.06)、Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(立方晶、屈折率:2.1)、GaP(立方晶、屈折率:3.3)、ZnTe(立方晶、屈折率:3.0)、ZnSe(立方晶、屈折率:2.8)、Cu<sub>3</sub>TaSe<sub>4</sub>(正方晶、屈折率:2.8)、及びZnS(立方晶、屈折率:2.4)の内いずれかの単結晶を用いる。この内特に屈折率

が高く、等方性(結晶系が立方晶)であり、工業用途として大型な単結晶が得られ、量産性のあるCZ法での製造に好適な、SrNbO<sub>3</sub>、SrTaO<sub>3</sub>、Bi<sub>20</sub>SiO<sub>12</sub>、Bi<sub>20</sub>GeO<sub>12</sub>、Bi<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、GaPが好適である。

【0018】上記単結晶は、いずれも屈折率が2.1~3.7であり、使用光波長500~600nmにおいて70%以上の優れた透過率を有している。また、いずれの単結晶もベルヌーイ法やCZ法等の量産性に優れた成長方法により育成できる。特に、単結晶であるので構造の均質性が高く、光学材料として最適であり、青緑色等の短波長レーザー光による屈折率変動(光損傷)もなく、集束用レンズとして好適に使用できる。また、これら単結晶の内、結晶系が立方晶などの等方性のものである場合、単結晶の切り出しをどの方向から行っても屈折率が等しくなるので好適である。

【0019】このように、屈折率が従来のガラスより非常に大きく、屈折率変動がガラスより少ない上記単結晶は、SILとして非常に好適に使用することができ、レーザー光のビーム・スポット径を非常に小さくすることができる。これにより、現状の記録ビットサイズを大幅に小さくすることができ、光記録媒体へ現状の数倍以上もの高密度で記録が可能となる。

【0020】なお、図1及び図2に示すように、光記録の光学系は光ヘッド3に対物レンズ4及び集束用レンズ5等を一体的に設け、情報を記録する場合の例について説明したが、光学系の構成はこれに限定されるものではなく、対物レンズを有しない集束用レンズだけの光ヘッドであってもよい。また、例えば記録及び再生が可能な光ヘッドであってももちろんよい。また、光ヘッドは光磁気ディスクだけでなく、例えば各種Te系合金から成る光記録層を有する相変化型の光ディスクであるDVD-RAMでも使用可能である。また、集束用レンズの形状は一般的な半球状に限定されるものではなく、曲面部の面積が広いいわゆる超半球状のような形状等でもよく、所望のスポット径が得られるものであれば、その形状等については本発明の要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更し実施が可能である。

【0021】

【実施例】以下に、本発明に係わるより具体的な実施例について説明する。

【0022】〔実施例1〕次に、さらに具体的な実施例について説明する。高周波加熱方式の育成炉を用いたチョクラルスキー(CZ)法により、約2インチ径のSrNbO<sub>3</sub>単結晶を得て、このSrNbO<sub>3</sub>単結晶を2mm厚のウエハーに切断した後、2mm角のブロックとなるように例えばワイヤーソーなどで切断した。

【0023】次に、2mm角ブロックをバレル研磨や丸玉加工などの一般的な光学ガラス用研磨プロセスを用いて1mm径の真球レンズを作製した。なお、上記SrN

10

20

30

40

50

bO<sub>3</sub> 単結晶の屈折率は2.22で屈折率変動は $\pm 1 \times 10^{-4}$ 以内であった。

【0024】波長635nmの半導体レーザーからの出射光を図1に示すような光ヘッドの対物レンズにより集光させ、さらに上記単結晶で構成されたSILにより絞ることにより、光磁気ディスクの記録面と半球のSILの平面側との距離を使用光波長の1/4以内である150nm程度に近接させて、その記録スポット径を測定したところ、約190nm程度のスポットが得られた。

【0025】これに対して、屈折率1.8のホウ珪酸ガラスを用いた半球状のSILを用いて、同様な条件で記録スポット径を測定したところ約260nmであり、上記実施例より非常に大きなスポット径であった。なお、ガラスの屈折率変動は $\pm 5 \times 10^{-4}$ 程度であった。

【0026】本効果は、SrTaO<sub>3</sub>、CaNbO<sub>3</sub>、CaTaO<sub>3</sub>、CaTiO<sub>3</sub>、KNbO<sub>3</sub>、KTaO<sub>3</sub>、K(Ta, Nb)O<sub>3</sub>、BaZrO<sub>3</sub>、SrZrO<sub>3</sub>、CaZrO<sub>3</sub>においても、具体的な結晶製造方法は異なるが高屈折率で低屈折率変動であり、SILとして最適な効果を示した。

【0027】〔実施例2〕また、実施例1と同様にして高周波加熱方式の育成炉を用いたチョクラルスキー(CZ)法により、約2インチ径のBi<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>単結晶を得て、このBi<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>単結晶を2mm厚のウェハーに切断した後、2mm角のブロックとなるよう例えばワイヤーソーで切断した。2mm角ブロックをバレル研磨や丸玉加工などの一般的な光学ガラス用研磨プロセスを用いて1mm径の真球レンズを作製した。なお、上記Bi<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>単結晶の屈折率は2.1で屈折率変動は $\pm 1 \times 10^{-5}$ 程度であった。

【0028】波長635nmの半導体レーザーからの出射光を図1に示すような光ヘッドの対物レンズにより集光させ、さらに上記単結晶で構成されたSILにより絞ることにより、光磁気ディスクの記録面と半球のSILの平面側との距離を使用光波長の1/4以内である150nm程度に近接させて、その記録スポット径を測定したところ、約195nm程度のスポットが得られた。

【0029】これに対して、実施例1の比較例にあるようにガラスレンズと比較して屈折率や屈折率変動の面でSILレンズ用として非常に優れていることがわかる。

【0030】本効果は、ZnWO<sub>4</sub>、ZnMoO<sub>4</sub>、CdWO<sub>4</sub>、CdMoO<sub>4</sub>、PbWO<sub>4</sub>、Bi<sub>20</sub>SiO<sub>12</sub>、Bi<sub>20</sub>GeO<sub>12</sub>、Bi<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、Bi<sub>4</sub>GeO<sub>12</sub>においても、具体的な結晶製造方法は異なるが高屈折率で低屈折率変動であり、SILとして最適な効果を示した。

【0031】〔実施例3〕また、実施例1と同様にしてCZ法により、約2インチ径のGaP単結晶を得て、

このGaP単結晶を2mm厚のウェハーに切断した後、2mm角のブロックとなるよう例えばワイヤーソーで切断した。2mm角ブロックをバレル研磨や丸玉加工などの一般的な光学ガラス用研磨プロセスを用いて1mm径の真球レンズを作製した。なお、上記GaP単結晶の屈折率は3.3で屈折率変動は $\pm 1 \times 10^{-5}$ 程度であった。

【0032】次に、波長635nmの半導体レーザーからの出射光を図1に示すような光ヘッドの対物レンズにより集光させ、さらに上記単結晶で構成されたSILにより絞ることにより、光磁気ディスクの記録面と半球のSILの平面側との距離を使用光波長の1/4以内である150nm程度に近接させて、その記録スポット径を測定したところ、約170nm程度のスポットが得られた。

【0033】これに対して、実施例1の比較例にあるようにガラスレンズと比較して屈折率や屈折率変動の面でSILレンズ用として非常に優れていることがわかる。

【0034】本効果は、ZnTe、ZnSe、Cu<sub>2</sub>TaSe<sub>4</sub>、ZnSの少なくとも1種の単結晶で結晶製造方法は違っても高屈折率で低屈折率変動を有し、SILとして最適な効果が得られた。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光学レンズを用いた光記録装置によれば、屈折率が高く、低欠陥で均質性に優れた単結晶を集束用レンズ(ソリッド・イメージング・レンズ)として使用するの、これら単結晶が使用光波長に対して透過率に優れ、しかも製造が容易で加工性が良好な集束用レンズを有する非常に優れた光記録装置を提供できる。

【0036】また、上記単結晶が屈折率が2.0以上であるので、レーザー光のビーム・スポット径を非常に小さくすることができ、現状の記録ビットサイズを大幅に縮小することができ、光記録媒体へ現状の数倍以上もの高密度で記録が可能となる優れた光記録装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

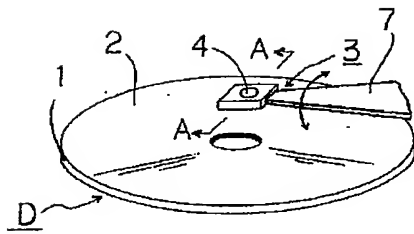
【図1】本発明に係る光学系の実施形態を説明する斜視図である。

【図2】図1におけるA-A線概略一部断面図である。

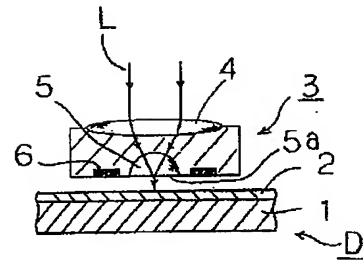
【符号の説明】

- 1：基板
- 2：記録層
- 3：光ヘッド(光記録装置)
- 4：対物レンズ
- 5：SIL(集束用レンズ)
- 6：磁界印加用コイル
- D：光磁気ディスク

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 宇都 隆司  
滋賀県蒲生郡蒲生町川合10番地の1 京セ  
ラ株式会社滋賀工場内

Fターム(参考) 5D119 AA22 AA40 BA01 JA02 JA43  
JA70